



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 198 24 537 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 F 7/14
F 01 L 9/04

②1 Aktenzeichen: 198 24 537.8
②2 Anmeldetag: 3. 6. 98
④3 Offenlegungstag: 9. 12. 99

DE 198 24 537 A 1

⑦1 Anmelder:
LSP Innovative Automotive Systems GmbH, 71739
Oberriexingen, DE

⑦4 Vertreter:
LENZING GERBER Patentanwälte, 40470
Düsseldorf

⑦2 Erfinder:
Leiber, Heinz, 71739 Oberriexingen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

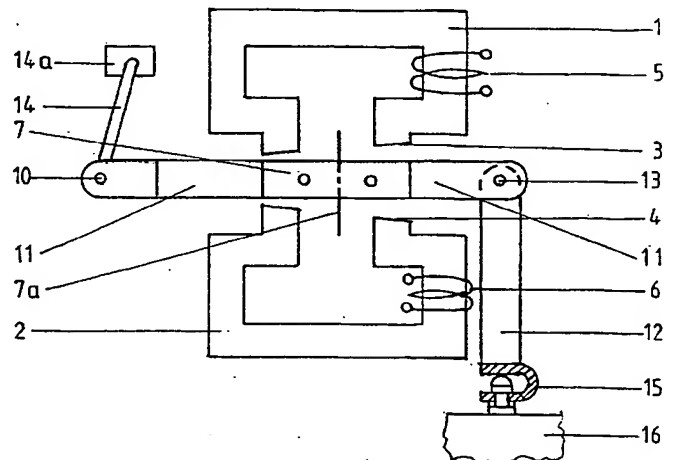
DE 197 12 063 A1
DE 197 12 062 A1
DE 196 28 860 A1
FR 25 54 869 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektromagnetische Stelleinrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Antrieb mit einem beweglich gelagerten, elektromagnetisch hin- und herbewegbaren Teil, das bei abwechselndem Einschalten der Erregerströme in Endstellungen gebracht wird, wobei durch die Bewegung des elektromagnetisch bewegbaren Teils ein Element, insbesondere ein Ventil eines Verbrennungsmotors angetrieben wird und wobei ein an seinem Ende angelenkter Hebel das elektromagnetisch bewegbare Teil direkt trägt und der Hebel das Element antreibt.

Der Abstand der Achse des bewegbaren Teils vom Hebellager ist kleiner, als der Abstand des Angriffspunkts des anzutreibenden Elements am Hebel vom Hebellager.



DE 198 24 537 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Antrieb mit einem beweglich gelagerten, elektromagnetisch hin- und herbewegbaren Teil, das bei abwechselndem Einschalten der Erregerströme in Endstellungen gebracht wird, wobei durch die Bewegung des elektromagnetisch bewegbaren Teils ein Element, insbesondere ein Ventil eines Verbrennungsmotors angetrieben wird.

Ein derartiger elektromagnetischer Antrieb ist aus der DE 36 16 540 A1 bekannt. Dort ist ein von einem Anker indirekt angetriebener Hebel direkt mit einem anzutreibenden Ventil gekoppelt. Zwischen der Anlenkstelle des Hebels, die durch eine Drehfeder gegeben ist und dem Hebelende, das den Ventilschaft betätigt, ist eine Betätigungsstange mit seitlichem Spiel angekoppelt, die mit dem Anker des elektromagnetischen Antriebs verbunden ist und von diesem angetrieben wird. Die Betätigungsstange und damit der Anker sind mit Hilfe eines Wälzlagers getrennt gelagert.

Aus dem Gebrauchsmuster 66 06 789,8 und aus der GB-PS-1 524322 sind elektromagnetische Vibrationsantriebe mit einer Federlagerung des Ankers bekannt. In der zuerst genannten Schrift ist der Anker an einer einseitig eingespannten Blattfeder gelagert, in der anderen Schrift ist zur Lagerung eine Drehschale vorgesehen, an deren nicht eingespanntem Ende ein Drehanker befestigt ist.

In einer älteren Patentanmeldung PCT/EP98/01719 wurde zur Erzielung einer verringerten Lagerreibung und zur Reduzierung der bewegten Massen und daraus resultierend zur Verminderung der Antriebsleistung vorgeschlagen, daß der elektromagnetische Antrieb einen an seinem Ende angelenkten Hebel aufweist, der das elektromagnetisch bewegbare Teil direkt trägt.

Die Lösung der älteren Anmeldung schafft eine vereinfachte, verschleißarme Lagerung mit nur geringer Reibung. Damit ist auch keine permanente Ölschmierung erforderlich. Insbesondere dadurch, daß der Hebel direkt das elektromagnetisch bewegbare Teil trägt, werden die wirkenden Kräfte direkt ohne Verbindungselemente weitergeleitet, woraus eine Massenreduktion resultiert, die einen verbesserten Wirkungsgrad nach sich zieht.

In einer bevorzugten Ausführung wird der Antrieb von zwei Elektromagneten gebildet, zwischen deren Polen durch abwechselndes Schalten der Erregerströme ein Anker als elektromagnetisch bewegbares Teil hin- und herbewegbar ist.

In einer alternativen Ausführung, die dem Funktionsprinzip eines Lautsprechers entspricht, ist der Antrieb durch einen Magneten, insbesondere einen Permanentmagneten gebildet, in dessen Magnetfeld ein eine Spule aufweisendes Teil durch abwechselndes Schalten der Erregerströme als elektromagnetisch bewegbares Teil hin- und herbewegbar ist. Statt eines Permanentmagneten kann in dieser Ausführung ebenfalls ein Elektromagnet verwendet werden.

Gemäß einer Ausbildung der älteren Anmeldung wird das elektromagnetisch bewegbare Teil, also z. B. ein Anker ohne Leistungsaufnahme des Antriebs durch Federkräfte in einer Zwischenstellung gehalten.

Eine besondere Gewichtsreduktion ergibt sich auch durch die Lagerung des Hebels mittels eines Drehstabes, woraus ein verbesserter Wirkungsgrad des Antriebs resultiert.

In der älteren Anmeldung sind unter den dortigen Anspruch 1 fallende Ausführungsbeispiele dargestellt und beschrieben, bei denen ein vom elektromagnetisch bewegbaren Teil angetriebenes Betätigungsglied auf das anzutreibende Element einwirkt. In einem Ausführungsbeispiel ist das Betätigungsglied direkt am elektromagnetisch bewegbaren Teil befestigt. Hier ist das Übersetzungsverhältnis i des

Abstands der Magnetankerachse zum Abstand der Ventilachse (Angriffspunkt des Betätigungsglieds am Hebel, bzw. Anker) jeweils vom Hebellager $i = 1$. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist das Betätigungsglied zwischen dem Hebellager und dem elektrisch bewegbaren Teil am Hebel befestigt. Hier ist das Übersetzungsverhältnis größer als 1 ($i > 1$).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen elektromagnetischen Antrieb zu schaffen, bei dem gegenüber den genannten Ausführungsbeispielen eine weitere Reduzierung der effektiven Massen und damit eine Reduzierung des Leistungsbedarfs erreicht wird.

Ausgehend von den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 wird dies dadurch erreicht, daß der Abstand des bewegbaren Teils vom Hebellager kleiner ist als der Abstand zwischen Hebellager und dem Angriffspunkt, über den der Hebel direkt oder indirekt mit dem anzutreibenden Teil verbunden ist. Der Abstand zwischen Lager und bewegbarem Teil ist hierbei bezüglich der Mitte des bewegbaren Teils zu messen. Im Vergleich zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist hier $i < 1$ und wird zum Beispiel zu $i = \frac{1}{2}$ gewählt. Darüber hinaus soll eine möglichst geringe Bauhöhe erzielt werden.

Die hier angegebene Bemessung des Verhältnisses i stellt eine Ergänzung der Ausführungsformen der genannten älteren Anmeldung dar. Die überraschende Erkenntnis, daß hierdurch eine kleinere effektive Masse und damit ein günstiger Leistungsbedarf zustande kommt, beruht auf der Tatsache, daß die effektive Masse m_{eff} quadratisch vom Übersetzungsverhältnis i abhängt, das heißt, $m_{\text{eff}} = i^2 \times m_A$ (also z. B. $\frac{1}{4} m_A$), wobei m_A die tatsächliche Masse des elektromagnetisch bewegten Elements, z. B. die Ankermasse ist und m_{eff} die Masse ist, die auf die Ventilachse wirkt.

Mit der neuen Bemessung werden auch kleiner Baumaße und ein einfacherer Aufbau möglich. Z. B. können die zwei Aktuatoren für zwei Einlaß- und Auslaßventile eines Zylinders nebeneinander und nicht übereinander angeordnet werden. Auch kann der Ankerhebel aus Magnetmaterial gefertigt werden. In diesem Fall ist dieser außerhalb der Magnete mit Aussparungen versehen.

Infolge der kleineren Masse wird bei gleicher Schaltzeit die Rückstellkraft kleiner und es wird auch die Magnetkraft kleiner, da diese nur etwas größer als die Rückstellkraft zu bemessen ist.

Anhand der Fig. 1 bis 7 der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

In Fig. 1 wird eine erfindungsgemäße Torsionsfeder (Drehstab oder Drehrohr-) Lagerung im Prinzip gezeigt. Bei dieser Lagerung sind die zu beschleunigenden Massen sehr klein. Es ist ein Magnetantrieb schematisch gezeigt, der aus Magnetkernen 1 und 2 mit Magnetpolen 3 und 4, aus auf den Kernen aufgewickelten Wicklungen 5 und 6 und einem Anker 7 besteht. Bei Betätigung eines der Elektromagnete 1, 3, 5 oder 2, 4, 6 wird der Anker 7 aus der gezeigten Zwischenstellung (z. B. Mittelstellung) zu den Magnetpolen 3 oder 4 hingezogen.

Die Magnetpole 3 und 4 sind leicht schräg ausgebildet, um an den Verlauf des um die Achse 10 gedrehten Ankers 7 angepaßt zu sein. Zur Lagerung des Ankers 7 ist ein Drehstab 14 bei 14a starr eingespannt. Am an sich freien Ende des Drehstabs kann ein die Verdrehung zulassendes Stützlager, z. B. ein Nadellager oder Gleitlager vorgesehen sein. Mit dem Drehstab 14 ist ein Lagerhebel 11 verbunden, der die Form eines Käfigs haben kann und der seinerseits den Anker 7 aufnimmt. An dem Hebel 11 ist eine Betätigungsstange 12 drehbar gelagert. (Lager 13). Durch diese sind die Querkkräfte auf das Ventil und die seitliche Gleitbewegung

der Ventilankopplung sehr gering.

Die Betätigungsstange 12 ist ihrerseits über ein Koppelglied 15 mit, z. B. einem Ventilstößel 16 verbunden. Bei dieser Ankopplung sind die Querkräfte gering. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist unterstellt, daß der Drehstab 14 die Nullstellung des Ankers selbst bewirkt, das heißt die gesamten Federkräfte aufbringt.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 unterscheidet sich von dem der Fig. 1 dadurch, daß der Anker 27 an dem am freien Ende der Torsionsfeder 24 befestigten Hebel 21 seitlich befestigt ist. Auch hier ist die Betätigungsstange 22 drehbar am Hebel 21 angelenkt.

Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und 2 sind die Abstände der Anker 7, bzw. 27 von dem Drehpunkt des Hebels 11 bzw. 21 kleiner als der Abstand des Angriffspunkts 13 bzw. 23 des anzutreibenden Elements 16 bzw. 26 vom Hebellager.

Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 3 bis 6 ist der Hebel 30 zweiarbig ausgebildet, so daß ein Hebelarm 31a auf das Ventil 36 einwirkt und daß ein dazu in einem Winkel von ca. 90° angeordneter Hebelarm 31b den Anker 37 trägt. Der Winkel kann insbesondere zwischen 60 und 90° liegen. Bei anderen Ausführungen ist es auch denkbar, daß die Hebelarme größere Winkel, insbesondere ca. 180° einnehmen. Die Elektromagnete sind zum Anker 37 entsprechend angeordnet. Auch hier gilt, daß der Abstand des Ankers 37a zum Lagerpunkt 34 kleiner und z. B. nur die Hälfte des Abstands des Lagerpunkts 34 zum Angriffspunkt 33 ist.

In Fig. 3 ist zur Lagerung wieder eine Torsionsfeder vorgesehen, die die Federkräfte allein aufbringt. Demgegenüber ist der Hebel 31a und 31b in Fig. 4 im Lagerpunkt 34 drehbar gelagert. Die Federkräfte werden hier durch gesonderte Federn 38 aufgebracht. In Fig. 3 ist unterstellt, daß der Hebel 31a und 31b aus Magnetmaterial (magnetischem Material) besteht. Das nicht in die Magnete hineinragende Hebelteil 31a weist eine Aussparung 35 aus. Die Fig. 3 zeigt nicht, daß ein den Anker tragender Hebelarm zwischen die Magnete hineinragt und damit dort als aktive Masse wirksam ist.

In Fig. 5 ist die Betätigungsstange 32 entfallen und der Ventilstößel 36a ist hier direkt an dem Hebelarm 31a angelenkt. Die Ankoppelung erfolgt hier über eine Überhubfeder 39, die normalerweise den Ventilstößel 36a mitnimmt, jedoch bei geschlossenem Ventil einen weiteren Ankerhub zuläßt, bis ein Anschlag 39a wirksam wird. Auch bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 4 kann das Koppelglied als Überhubfeder ausgebildet sein. Diese Überhubfeder hat die Funktion, bei unterschiedlichen Toleranzen und insbesondere bei thermischen Ausdehnungen die Ankerbewegung hin zu kleinen Restluftspalten zu ermöglichen.

Schließlich ist in Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Hebel 31a und 31b durch zwei Antriebe 40a und 40b angetrieben wird. Hier kommt man auf größere Kräfte und damit kleinere Schaltzeiten oder geringeren Bauraum. Außerdem ist diese Ausbildung bei Verwendung einer Torsionsfeder aus biegetechnischen Gründen günstig.

Es ist bei der Erfindung auch möglich eine Torsionsfeder und zusätzliche Federn zu verwenden.

Bei dem kleineren Hebelarm des Ankers gemäß der Erfindung, hat der Magnet eine entsprechend große Kraft. Dies führt bei versetztem Lager zu einer zusätzlichen Biegebeanspruchung des Drehstabes. Daher muß das Stützlager ungefähr in der Mitte der Kraftwirkung der Magnetkraft sein. Dies zeigt Fig. 7 in der der Drehstab 41 bei 42 eingespannt ist. Der Hebel ist mit 43 bezeichnet. Ein Stützlager 44 greift bis in die Mitte des Hebels 43 hinein, um die Biegewirkung der Magnetkraft klein zu halten.

Abweichend von dem Antrieb der Figuren kann auch ein

elektrodynamischer Antrieb zum Einsatz kommen, wie er z. B. aus der Lautsprechertechnik bekannt ist. Hier wird die Erregerspule des Systems durch einen Drehstab entsprechend federgelagert.

Die Lagerung der Betätigungsstange, die Zentrierung des Ventils und weitere in der älteren Anmeldung beschreibende Ausführungsdetails können auch hier angewendet werden.

Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Antrieb mit einem beweglich gelagerten, elektromagnetisch hin- und herbewegbaren Teil (7), das bei abwechselndem Einschalten der Erregerströme in Endstellungen gebracht wird, wobei durch die Bewegung des elektromagnetisch bewegbaren Teils (7) ein Element (16), insbesondere ein Ventil eines Verbrennungsmotors, angetrieben wird, und wobei ein Hebel (11) das elektromagnetisch bewegbare Teil (7) direkt trägt, und der Hebel (11) das Element (16) antreibt, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand des bewegbaren Teils (7) vom Hebellager (10) kleiner ist als der Abstand zwischen Hebellager und dem Angriffspunkt (13), über den der Hebel direkt oder indirekt mit dem anzutreibenden Element (16) verbunden ist.
2. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb von zwei Elektromagneten (1, 3, 5; 2, 4, 6) gebildet wird, zwischen deren Polen durch abwechselndes Schalten der Erregerströme ein Anker (7) als elektromagnetisch bewegbares Teil hin- und herbewegbar ist.
3. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb durch einen Magneten insbesondere einen Permanentmagneten gebildet ist, in dessen Magnetfeld ein eine Spule aufweisendes Teil durch abwechselndes Schalten der Erregerströme als elektromagnetisch bewegbares Teil hin- und herbewegbar ist.
4. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel (11) einen Rahmen oder Käfig bildet, der das elektromagnetisch bewegbare Teil (7) aufnimmt.
5. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel zweiarbig ist, wobei ein Arm (31b) das elektromagnetisch bewegbare Teil (37) trägt und der andere Arm (31a) auf das anzutreibende Element einwirkt.
6. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebelarme (31a, 31b) untereinander einen Winkel ungleich 180°, insbesondere einen Winkel von ca. 90° bilden.
7. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das elektromagnetisch bewegbare Teil (27) seitlich am Hebel (21) befestigt ist.
8. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Trageteil (31b) am Hebel (31a, 31b) ausgebildet ist, und jedes Trageteil (31b) ein elektromagnetisch bewegbares Teil (37) trägt, das getrennt beaufschlagt wird.
9. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei abgeschalteten Erregerströmen das elektromagnetisch bewegbare Teil (7) durch Federkräfte in eine Zwischenstellung gebracht und dort gehalten wird.
10. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der

Hebel (11) an einem Drehstab (14) gelagert ist, der die Federkräfte zumindest teilweise erzeugt.

11. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehstab (14) in einem Stützlager gehalten ist.

12. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstabachse (10) senkrecht zur Bewegungsrichtung des anzutreibenden Elements (16) angeordnet ist.

13. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein vom elektromagnetisch bewegbaren Teil (7) über den Hebel (11) angetriebenes Betätigungsglied (12) auf das anzutreibende Element (16) einwirkt.

14. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsglied (12) starr mit dem Hebel (11) verbunden ist.

15. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsglied (12) drehbeweglich (Lager 13) am Hebel (11) angelenkt ist.

16. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Hebel (31a, 31b) und dem anzutreibenden Element (36) eine Überhubfeder (39) vorgesehen ist.

17. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überhubfeder wenigstens eine weitere Feder parallel liegt.

18. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschlag (39a) für die maximale Beanspruchung der Überhubfeder (39) vorgesehen ist (Fig. 5).

19. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß für die Ausrichtung des Betätigungsgliedes zum Ventilschaft ein Zentrierelement vorgesehen ist.

20. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützlager (44) im Inneren des Hebels (43) wirksam ist.

21. Elektromagnetischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Hebel aus Magnetmaterial besteht und außerhalb der Magnete Aussparungen aufweist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

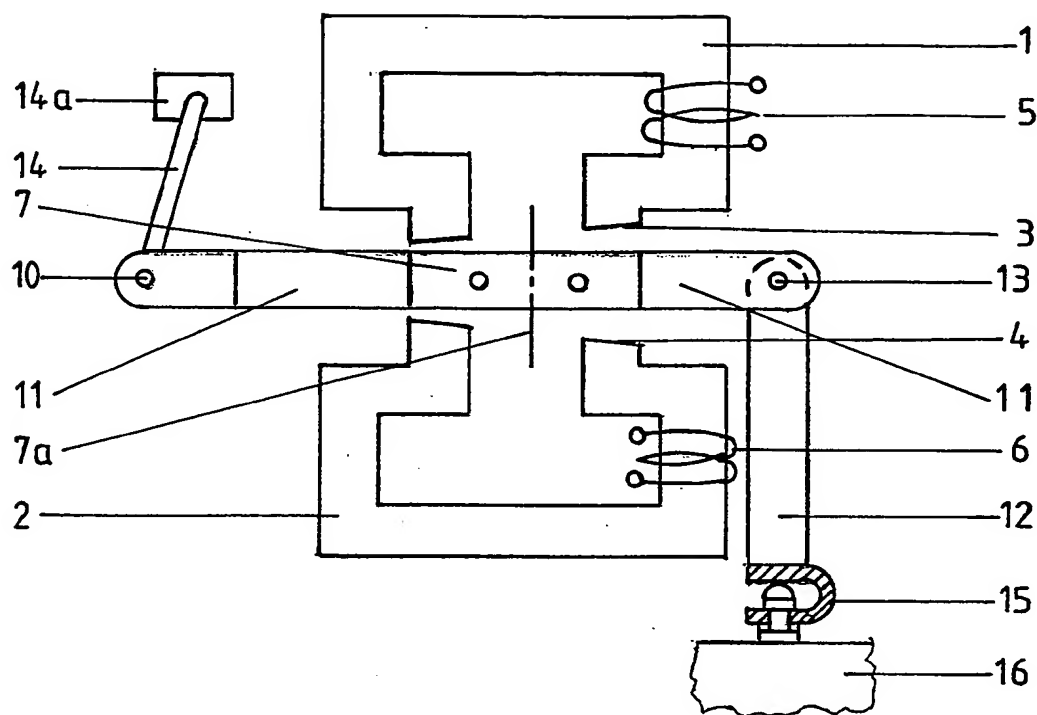
45

50

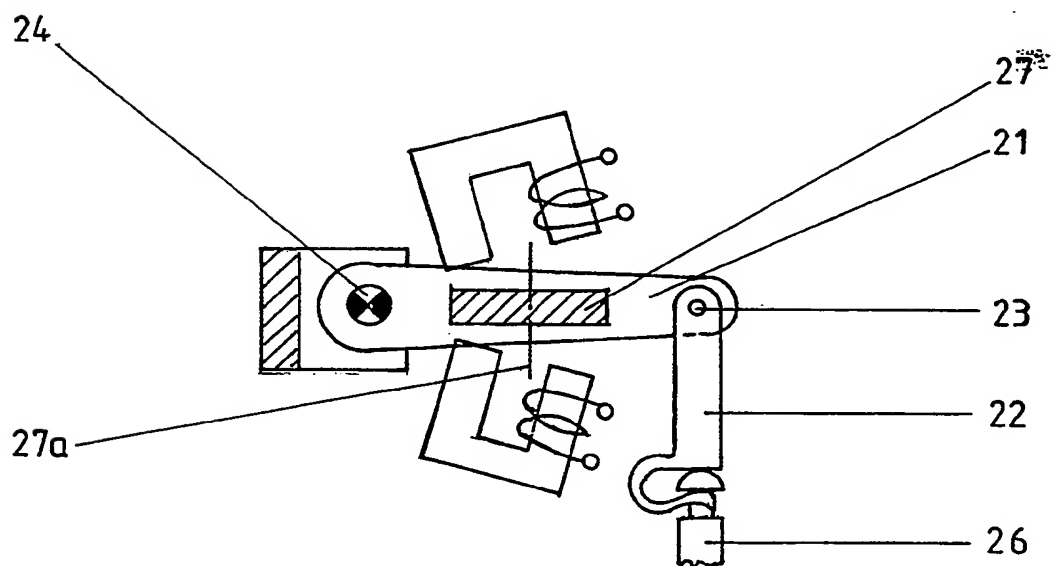
55

60

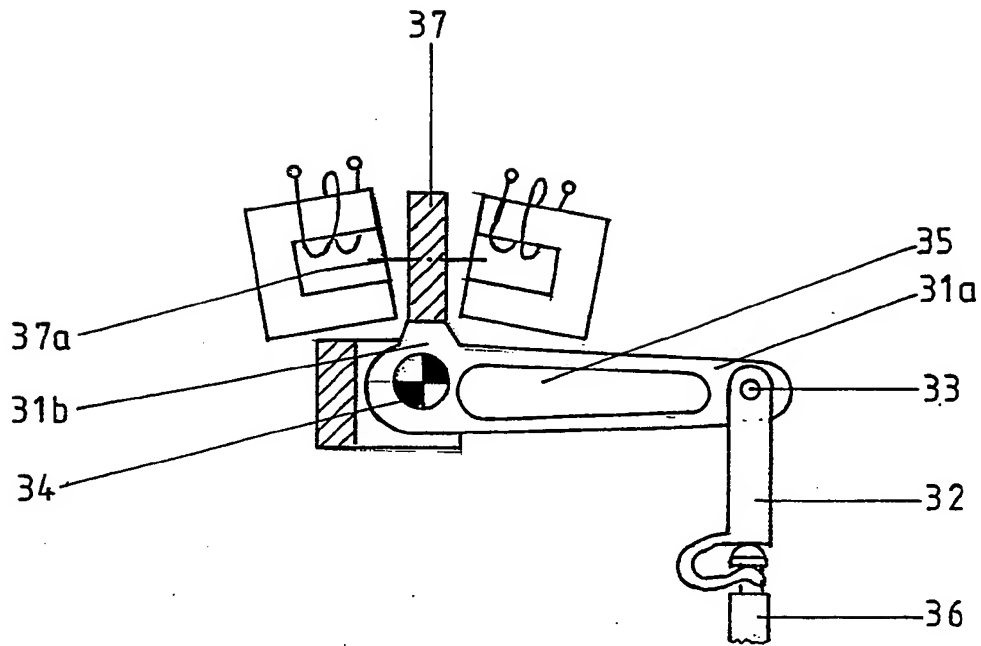
65



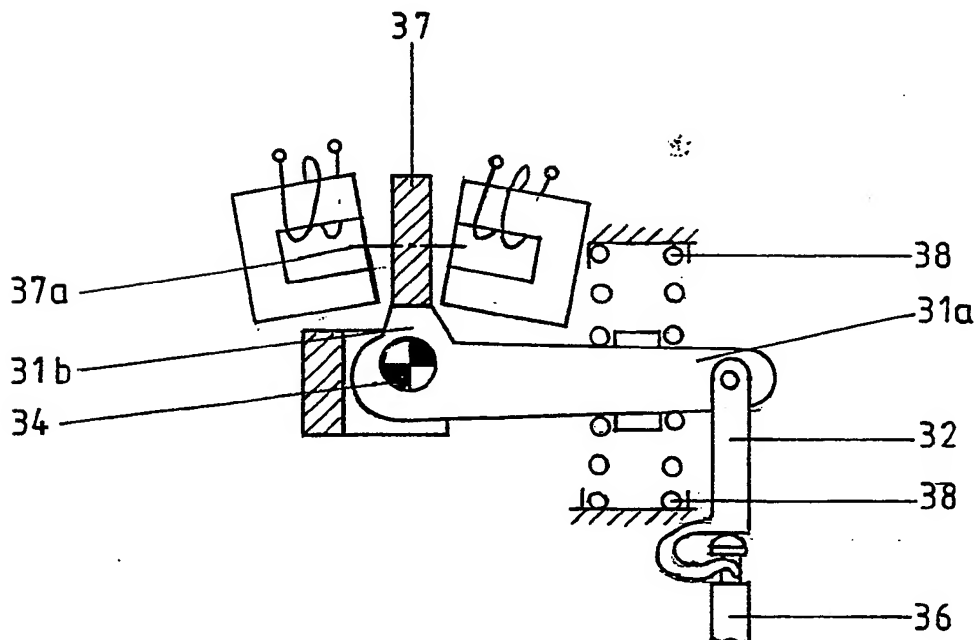
Figur 1



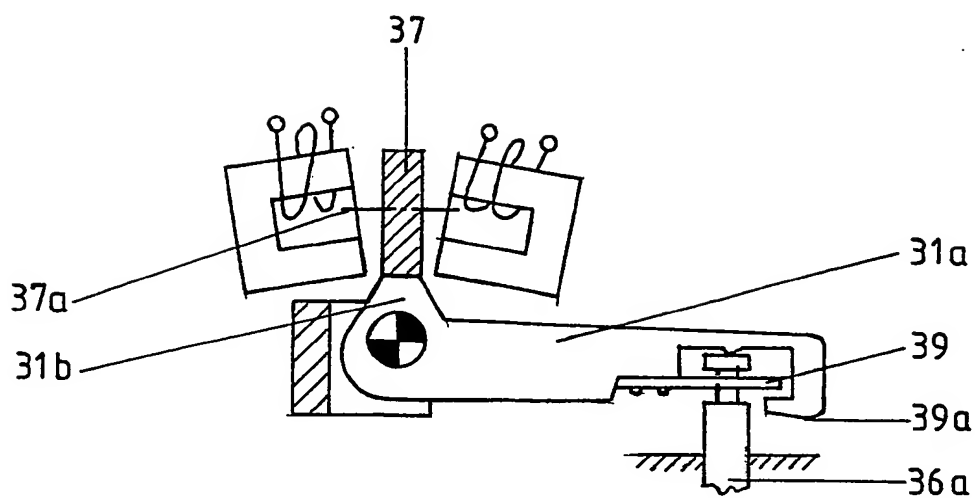
Figur 2



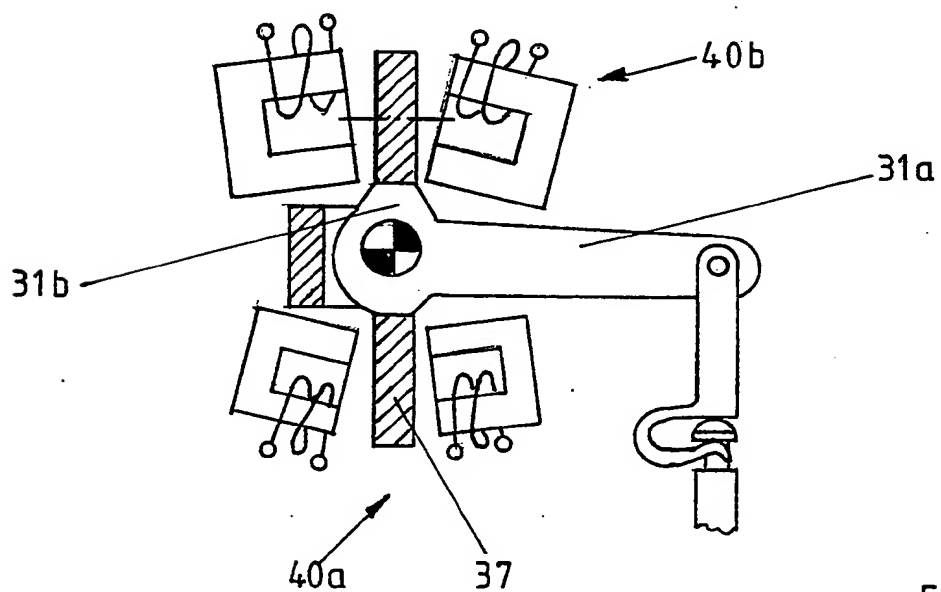
Figur 3



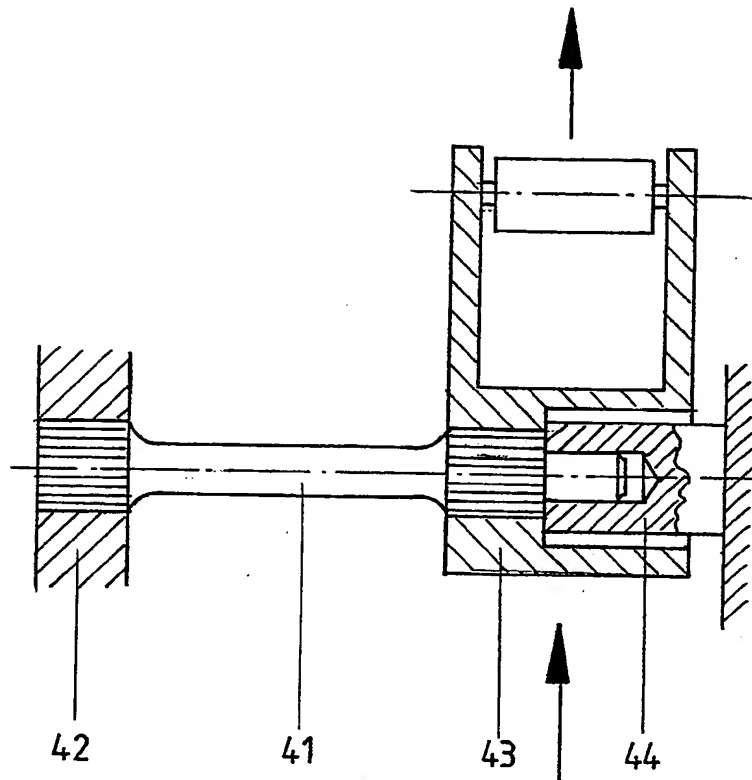
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

BEST AVAILABLE COPY